

حل تمرین سری لول درس ماشین (۱)

① برای حل این مسئله جریان سیم به چپ باشد مشخص است و چون صورت سوال مقدار آن را اعلام نکرده پس به سمتی حل کنیم. چنانچه نفوذ پذیری هست به نسبت به پهنی رول آن صورت است.

$$R_c = \frac{l_c}{\mu_c A_c} = 0, \quad R_g = \frac{g}{\mu_0 A_g} = \frac{2.12 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7} \times 18 \times 10^{-4}} = 1.017 \times 10^4$$

$$R = R_c = R_g = 1.017 \times 10^4, \quad N\phi = R\phi \rightarrow \phi = \frac{13 \text{ c}}{1.017 \times 10^4} = 1.14 \text{ c} \times 10^{-5} \text{ (wb)}$$

$$\lambda = N\phi = 13 \times 1.14 \times 10^{-5} = 1.482 \times 10^{-4} \text{ (wb)}$$

$$L = \frac{\lambda}{i} = 1.482 \times 10^{-4} = 1.482 \text{ (mH)}$$

$$R_c = \frac{90 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7} \times 2800 \times 18 \times 10^{-4}} = 1.0414 \times 10^4 \rightarrow R_g = 1.14 \times 10^4$$

$$\phi = \frac{N\phi}{R_g} = \frac{13 \text{ c}}{1.14 \times 10^4} = 1.14 \times 10^{-5} \text{ c (wb)}$$

$$\rightarrow \lambda = N\phi = 1.482 \times 10^{-4} \text{ c} \rightarrow L = \frac{\lambda}{i} = 1.482 \text{ (mH)}$$

② کدهای لازم برای رسم مشخصه در Matlab به صورت زیر هستند:

$$B = 0 : 0.01 : 2.2 ;$$

۱- تقسیم بازه (۰ تا ۲) به پله‌های ۰.۰۱

$$u_r = 1 + 3499 / \text{sqrt}(1 + 0.047 * B.^{7.8});$$

۲- کاتبه  $\mu_r$  از روی B

$$u = u_r * 4 * 3.14 e^{-7};$$

۳- کاتبه  $\mu$  از روی  $\mu_r$

$$H = B ./ u;$$

۴- کاتبه H از روی B و  $\mu$

$$\text{Plot}(H, B);$$

۵- رسم  $\mu$  بر حسب H

→ اگر چگانه شاره  $\mu = 2.2$  باشد

$$H = 2398 \text{ (A/m)}$$

می باشد.

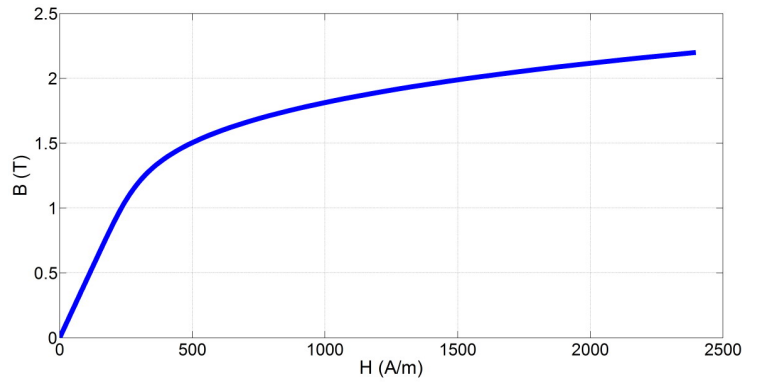
$$\rightarrow H_c = 2398 \text{ (A/m)}$$

$$H_g = \frac{B}{\mu_0} = \frac{2.2}{4\pi \times 10^{-7}} = 1.75 \times 10^6$$

$$N_i = H_c l_c + H_g l_g$$

$$83 \times i = 2398 \times 40 \times 10^{-2} + 1.75 \times 10^6 \times 2.2 \times 10^{-3}$$

$$\rightarrow i = 48.9 \text{ (A)}$$



③ در ساختارهای لوله‌ای دو مسیر برای عبور شار وجود دارد. یکی ستون مرکزی هسته با سطح مقطع  $A_i$  و دیگری دیواره خارجی هسته که در دو طرف هسته و بالا و پایین آن قرار دارند. با توجه به این ساختار سطح مقطع ستون داخلی  $A_i = \pi R_i^2$  و سطح مقطع دیواره خارجی نیز برابر است با:

$$A_o = \pi (R_o^2 - R_i^2) \quad \text{شار داخل} \quad \text{مسیر ثابت است پس برای آنکه چگالت شار در هر دو مسیر برابر باشد}$$

$$B_i = B_o \rightarrow \frac{\Phi}{A_i} = \frac{\Phi}{A_o} \rightarrow A_i = A_o \quad \text{دو مسیر برابر باشد پس}$$

$$\rightarrow \pi R_i^2 = \pi (R_o^2 - R_i^2) \rightarrow R_i^2 = (R_o^2 - R_i^2)$$

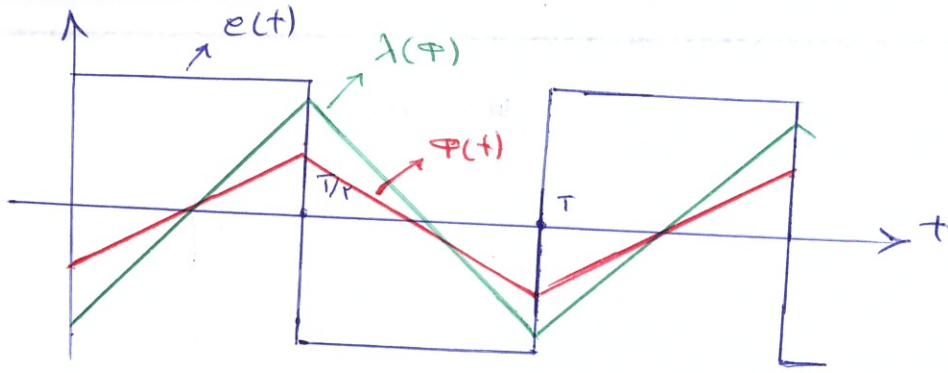
④ رابطه وندسه افقی و شار به هم مرتبط است.  $e = \frac{d\lambda}{dt} = N \frac{d\Phi}{dt} = NA \frac{dB}{dt}$

$$B = \frac{1}{NA} \int e dt \quad \text{پس چگالت شار به حسب وندسه افقی برابر است با:}$$

$$\Phi = \frac{1}{N} \int e dt \quad , \quad \lambda = \int e dt$$

از آنجایی که وندسه افقی در ریمینگ کیپول یک مقدار ثابت است و در پس استرال آن یک ثابت است پس  $\lambda = \int e dt$  و  $\Phi = \frac{1}{N} \int e dt$  و  $B = \frac{1}{NA} \int e dt$  و  $e = \frac{d\lambda}{dt} = N \frac{d\Phi}{dt} = NA \frac{dB}{dt}$

$$T = \frac{1}{40} \text{ (Sec)}$$



$$V = NA \frac{dB}{dt} \rightarrow \text{چون تغییرات B خطی است} \rightarrow V = NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \quad (1)$$

$$\Delta B = 2B_{max} = 2 \times 1.15 T = 2.3 (T)$$

$$\Delta t = T/2 = \frac{1}{2 \times 40} = 1.25 \times 10^{-2} \text{ (Sec)}$$

$$\rightarrow V_{max} = 1000 \times 1.15 \times 10^{-4} \times \frac{2.3}{1.25 \times 10^{-2}} = 205 (V)$$

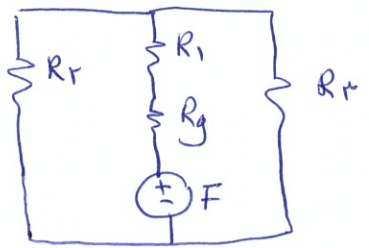
(5) الف) برای محاسبه اندوکتانس خودی سیم یکجمله 1 که ناشی از جریان در سیم یکجمله است (ابتدای سیم تا سر آن) این جریان توسط کره جابجایی شود و از روی آن اندوکتانس تعیین می‌گردد. اگر فقط سیم یکجمله 1 جریان داشته باشد، مدار معادل به صورت زیر می‌شود:

$$R_g = \frac{g}{\mu_0 A_c}$$

$$R_1 = \frac{l_1 + l_2}{\mu_0 \mu_r A_c}$$

$$R_r = R_z = \frac{l_A}{\mu_0 \mu_r A_c}$$

$$\rightarrow \begin{cases} R_{eq} = (R_r || R_z) + R_1 + R_g \\ F = N_1 I_1 \end{cases}$$



$$\Phi = \frac{F}{R_{eq}} = \frac{N_1 I_1}{R_{eq}} = \frac{N_1 A_c \mu_0 \mu_r}{15 l_A + l_1 + l_2 + \mu_r g} I_1$$

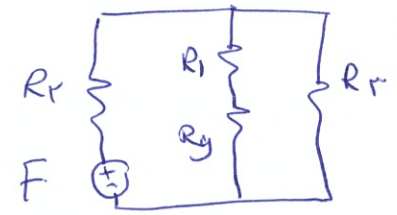
$$\lambda_{11} = \text{کل شارژی که سیم یکجمله 1 می‌سازد} = N_1 \Phi \quad \text{و} \quad L_{11} = \frac{\lambda_{11}}{I_1} = \frac{N_1^2 A_c \mu_0 \mu_r}{15 l_A + l_1 + l_2 + \mu_r g}$$

ب) برای محاسبه اندوکتانس متقابل بین سیم یکجمله او سیم یکجمله A (ابتدای سیم یکجمله 1 تا سر آن)



مقطع سیم پیچ A جری دارد و تنش از این جریل راجع به کسیمه. پس از آن کل شاری که سیم پیچ  
 L و سیم پیچ کسیمه. مدار حاصل فقط با فرض اینکه فقط A داریم مدار است از:

$$R_{کل} = [(R_1 + R_2) \parallel R_3] + R_4$$



$$F = NA \cdot i_A$$

$$\rightarrow \Phi = \frac{F}{R_{کل}} = \frac{NA \cdot i_A}{R_{کل}}$$

$$\lambda_{IA} = N_1 \Phi = \frac{N_1 NA}{R_{کل}} i_A \rightarrow L_{IA} = \frac{\lambda_{IA}}{i_A} = \frac{N_1 NA}{R_{کل}}$$

4) چون بازوهای عمودی واقعی هسته سطح مقطع یک اندازه پس چگالت در درون آن متفاوت است و  
 (Vertical)

در بازوی عمودی  $B_v = 0.4 T \rightarrow \Phi_v = B_v \cdot A_v = 0.4 \times (1.5 \times 10^{-2} \times 1.5 \times 10^{-2}) = 1.125 \times 10^{-4} (wb)$

با توجه به نمودار برای B کسیمه از 1/8  $\rightarrow \mu_v = \frac{1/8}{\mu_0} = 2 \times 10^{-3} \rightarrow H_v = \frac{B_v}{\mu_v} = 200 (A/m)$

چون شارد در تمام هسته ثابت است

پس برای بازوهای افقی داریم:  $\Phi_H = \Phi_v = 1.125 \times 10^{-4} (wb) \rightarrow B_H = \frac{\Phi_H}{A_H} = 0.19 (T)$

با توجه به نمودار برای B کسیمه از 1/8  $\rightarrow \mu_H = \frac{1 - 0.19}{1000 - 400} = 2.12 \times 10^{-4} \rightarrow H_H = \frac{B_H}{\mu_H} = 500 A/m$

طبق قانون آمپر:  $N_1 i_1 + N_2 i_2 = H_v \cdot l_v + H_H \cdot l_H$

$$200 \times 2 + 100 \times i_2 = 200 \times 0.12 + 500 \times 0.15 \rightarrow i_2 = -2.53 (A)$$

(-) ابتدا کل آمپر در هسته راجع به کسیمه.  $F_{کل} = N_1 i_1 + N_2 i_2 = 294 (A)$

چون H و B در بازوهای افقی عمودی برابر نیستند و مشخصه هسته نیز خطی نیست باید با استفاده از روش  
 سعی در خط جابجایی به این معنی یک فرض اولیه برای  $H_v$  (یا  $H_H$ ) داشته باشیم و بر اساس آن  
 نتایج را بررسی کنیم تا به جواب نهایی برسیم.

$$P_R = \text{فرق دما} \times \text{مساحت سطح} \times \text{شماره پنجره} \quad \text{تفاوت دما برابر است با:} \quad (7)$$

$$\text{حجم پنجره} = 15 \text{ Cm} \times 10 \text{ Cm}^2 = 150 \text{ Cm}^3 = 150 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{مساحت سطح پنجره} = 2 \times \epsilon(T) \times 20 \text{ (A/m)} = 4 \text{ A}$$

$$\rightarrow P_R = 150 \times 10^{-6} \times 4 \text{ A} \times \epsilon_{\text{شیشه}} = 2/1 \text{ W}$$